

2019年 西之島における地震・空振観測

大湊隆雄^{1*}、渡邊篤志¹

Seismic and Infrasound observation at Nishinoshima Island in 2019

Takao OHMINATO^{1*} & Atsushi WATANABE¹

1. 東京大学地震研究所（〒113-0032 東京都文京区弥生 1-1-1）

Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 1-1-1 Yayoi, Bunkyo, Tokyo 113-0032, Japan.

* takao@eri.u-tokyo.ac.jp (author for correspondence)

要旨

西之島の火山活動をモニタリングすることを目的として、2019年9月3日～4日に西之島の旧島部分に地震計と空振計を設置した。観測装置は、地震計、空振計、データロガー、衛星通信モデム、太陽電池、バッテリーからなる。地震および空振データはデータロガーでデジタル化されて内蔵メディアに記録される。ロガー内では地動データのランニングスペクトルを計算し、圧縮したうえで衛星回線を通じて東京大学地震研究所にあるサーバーに送信する。この仕組みにより、帯域が限られた衛星回線を使用しながら、地震活動を把握するために必要な地動の連続情報を得ることができる。ランニングスペクトル上で噴火活動の有無を判断し、必要であれば圧縮前の地震・空振波形記録をロガーから送信することも可能である。

旧島内に設置された観測装置は火山活動に起因する地動のみならず、多様な振動源からの振動をとらえており旧島内の様々な活動を理解するうえで重要な基礎データが得られつつある。2019年12月には西之島の火山活動が再開したが、観測装置は火山活動に伴う地震や空振をいち早くとらえており、西之島やその周辺における調査活動の安全管理にも資することが示された。

キーワード

衛星通信、火山性地震、火山のモニタリング

1. はじめに

本報告では「2019 年西之島総合学術調査」で実施された各種調査項目のうち火山活動観測の概要を述べる。本調査の目的は地震及び空振を観測することにより西之島の火山活動を把握することである。

小笠原諸島の西之島では 2013 年 11 月に溶岩流出を伴う火山活動が始まり、既存の西之島（以下旧島と呼ぶ）は一部を除き溶岩流で埋め尽くされた。一連の活動は 2013 年・2015 年の活動（第 1 期）、2017 年の活動（第 2 期）、2018 年の活動（第 3 期）に分けられる。第 1 期と第 2 期の間の噴火活動停止期間中の 2016 年 10 月に噴火開始後初の上陸調査が行われ、地質調査・噴出物採取・地震計および空振計の設置・生物調査が実施された（武尾ほか、2018、前野ほか、2018）。本調査は 2018 年の活動後の静穏な時期を選んで実施した総合的な上陸調査であり、地震・空振観測機器の設置は 2013 年に西之島の現在の火山活動が始まって以来 2 度目となる。

2016 年に設置した地震・空振計により得られた知見は以下の様にまとめられる。2016 年 10 月に設置した地震・空振観測装置では設置から約半年後の 2017 年 4 月に噴火活動が再開し、噴火開始時の重要なデータが得られた。この噴火活動は 4 月 17 日 11 時頃から低周波が卓越する相似地震の群発活動が先行して始まった。相似地震とは繰り返して発生する波形の良く似た地震であり、火山活動に伴ってしばしば観測される。翌 18 日には振幅の大きな地震が発生し相似地震の頻度も高まった。18 日 8 時には噴火の開始を示す空振が発生し、火山性微動がほぼ連続して発生する状態に移行した。航空機による目視観測によって噴火活動の開始と溶岩流出が確認されたのは 4 月 20 日になってからであり、地震・空振観測はそれよりも早く噴火活動の再開を捉えていたことになる。観測点は 4 月 21 日に溶岩流に埋もれて通信が途絶えたが、設置からほぼ半年間に渡り、継続的に西之島火山の地震・空振活動をモニタリングすることができた。この観測に関しては、機器設置の詳細については渡邊ほか（2017）を、観測データの解析については武尾ほか（2018）を、それぞれ参照されたい。

西之島は 2019 年 12 月に噴火が再開し、本稿執筆時点の 2020 年 1 月時点でも活動が継続しており、設置した観測機器により地震・空振記録が得られつつある。本稿では紙面が限られていることから、設置機材の詳細や設置方法など観測手法に関する記載を主とし、観測で得られたデータの紹介は一部にとどめる。再開した火山活動に伴う地震・空振記録の詳細な解析については他誌に譲る。

2. 観測

2-1. 観測およびデータ通信の概要

図 1 に 2019 年 9 月の観測装置設置位置を示す。比較のため、2016 年 10 月に設置し 2017 年 4 月の活動で埋没した機器設置の位置も示す。今回 2019 年 9 月の観測においても 2016 年 10 月調査時とほぼ同じ機材と手法（渡邊ほか、2017）を用いている。地震計はノイズ低減のため埋設する必要がある、そのため設置場所は埋設できる土壌が堆積している旧島に限られる。電力は太陽電池で供給し、データの送信は衛星通信を用いて行う。地震・空振のデータ量は 1 日当たり約 80MB に達するため、全てのデータをリアルタイムで送ることは通信費用や消費電力の制限により難しい。そのため、データを低周波側と高周波側に分けてそれぞれ 1 日分のランニングスペクトルを作成し、その圧縮ファイルのみを東京大学地震研究所のサーバーに送ることとした。これにより送信するデータ量は 1 日当たり 500kB 程度に減らすことができる。ランニングスペクトルは毎日作成し送信するので、地震・空振活動の概要を翌日には把握することができる。また圧縮前の元の波形データを衛星回線経由で回収することもできる。ランニングスペクトル上で顕著なイベントが見つかった場合は対応する元波形データ

を回収して通常の地震・空振波形解析を行うことも可能である。以下、観測機器や通信方式について詳しく説明する。

2-2. 観測機材

観測機材は 2016 年観測に使用したものとほぼ同様であるが、地震計については運搬や設置作業の負担を低減するため前回よりも小型の機種に変更した。また、太陽電池については運搬を容易にするとともに設置時の自由度を上げるために 50W パネル 1 枚から 24W パネル 2 枚に変更した。機材一覧を表 1 に、各機材の外観を図 2 に示す。西之島への上陸はウェットランディングとなるため機材はすべて防水ケースに収納した。データロガーとバッテリーは一つの防水ケース（ペリカンケース PC-1520、L 50.2 cm×W40 cm×H18.8 cm）にまとめた。また、衛星通信端末は設置時にアンテナ面を衛星に向ける必要があるため、独立した別の防水ケース（ペリカンケース PC-1430、L43 cm×W24.4 cm×H34.1 cm）に収納した（図 3）。上陸後の設置作業を短時間で確実に行うため、信号線や電源などの配線は全て防水コネクタ付きのケーブル接続のみで済むように事前に用意した。データロガーの処理系にも改良を加え、ランニングスペクトルの画像ファイル（jpeg ファイル）のみを送信する方式から、ランニングスペクトルの数値データを送信し、画像は受信後に地震研究所のサーバー上で作成する方式に変更した。これにより周波数領域における定量的解析を行うことが可能になっている。

2-3. データの蓄積・処理・送信

本観測で用いるデータロガーは地震波形の上下、東西、南北 3 成分および空振データ 1 成分の計 4ch を解像度 22bit、100Hz サンプリングで記録する。データは内蔵する 32GB の microSDHC と外部の SSD メディアに保存される。記録フォーマットは地震観測で標準的に用いられている WIN フォーマットである。1 日当たりのデータ量は圧縮状態でおよそ 80MB 程度になる。仮に全データを衛星通信で送ると 1 日当たりの通信料金は約 6 万円、1 か月分では 170 万円以上になる。また、衛星回線は帯域が狭く通信速度は遅い。西之島での実績では 10-20kB/s 程度とカタログ値よりも遅い。この速度で全データを送信するためには 2~4 時間程度接続することが必要になるが、通信端末の消費電力が 14W と大きいことから 24W の太陽電池 2 枚では安定して電力を供給できない。これらの理由から全データを送信することは断念せざるを得ない。

全データを送る代わりに 1 日分のデータのうち地震計上下動 1 成分についてランニングスペクトルを作成し、それを圧縮したファイルのみを毎日送信することとした。ランニングスペクトルの作成においては 2Hz のハイパスフィルターを掛けた高周波側と 5Hz のローパスフィルタを掛けて得られる低周波側に分けることで広い周波数帯域を見やすく表示することができる。表示の際、前者の周波数軸はリニアスケールであり、後者の周波数軸は対数スケールとなる。波形データを送信する代わりにランニングスペクトルのデータファイルのみを送信する。送信ファイルのサイズは高周波側と低周波側それぞれ 200kB~300kB 程度であり通信量は月間 1 万円以内で済む。なお、現地に行くことができれば外部 SSD の交換により全データの回収は容易である。

ランニングスペクトル作成処理中とデータ送信時にはデータロガーの消費電力が大幅に増える。処理中に電力不足が発生すると記録メディアを破損する恐れがあるため、データ処理および通信は日照

があり電力に余裕がある正午付近に行うよう設定した。この設定により前日までの 24 時間分のデータが翌日昼頃に処理され送られてくる。

データロガーにおける自動処理の流れは以下の様になる。ロガーは連続的に地震・空振データを内蔵メディアに記録する一方、毎朝前日分のデータを処理し、ランニングスペクトルの圧縮ファイルを作成する。ファイル作成が終わると、指定された時間帯に地震研究所のサーバーへの通信を試みる。通信が確立できたら、動作状態を示すログファイルとランニングスペクトルの圧縮ファイルを送信する。また、サーバー側にダウンロードしたいファイルのリストが用意されていた場合は、そのリストに応じてファイルを送信する。東京への通信はやや不安定で、9 月の設置以降の実績では通信の成功率は 6 割程度である。ランニングスペクトルを見ることにより地震発生の有無を確認することができ、波形データを回収したい場合は、回収したいファイルのリストをサーバー上に用意しておけば、データロガーとサーバー間の通信が確立できたときに自動的にファイルが送信される。以上のデータ処理の流れを図 4 に示す。

2-4. 観測装置の設置

設置作業は 2019 年 9 月 3 日と 4 日の 2 日間で行った。1 日目は設置場所の選定、地震計埋設、各機器の仮設置、接続、動作確認までを行い、翌朝までにデータが正常に送られていることを確認した。2 日目は機器の最終的な固定・養生を行った。簡易 GPS による設置位置の座標は N27°14'45.55", E140°52'23.85" である。

地震計は、速乾セメントで固定した下敷きの上に水平に置き、巣穴を掘る鳥類の影響を避けるために円筒で囲った。埋設深度は 45 cm である。図 5 に地震計設置作業の様子を示す。空振計は溶岩の隙間に設置し岩で周囲を囲った。ロガーの入った防水ケースは、時刻校正用の GPS アンテナのみを地表に出し、温度変化の影響を避けるためケース全体を埋設した。通信端末はアンテナ部を通信衛星の方向に向けたうえで、アンテナ部以外を石で囲った（図 6）。ロガーと通信端末用の防水ケースは日射対策のため、アルミ蒸着シートで覆ってある。図 7 に設置機器の全景を示す。

3. 観測データの例

本報告書執筆時点（2020 年 1 月末）で観測データは設定スケジュール通りに回収されており、日照不足による欠測が時折発生している点を除けば設置機器はすべて順調に稼働中である。ここでは、1) 設置直後の観測波形とその中に見られた特異な卓越周波数を持つ信号、2) 海洋潮汐に対応して振幅が変化する様子、3) 2019 年 12 月噴火に伴う地震・空振波形を紹介する。

3-1. 観測開始時に見られた特異な卓越周波数を持つ波形

周波数帯域設置直後の 9 月 3 日から 9 月 8 日までの低周波側のランニングスペクトルを図 8 に示す。様々なシグナルが捉えられている。例えば、0.3–0.5Hz の周波数帯域では台風接近による波浪に由来するノイズが 9 月 6 日から徐々に高まり、9 月 7 日にピークを迎える様子が見える。0.5–2Hz 付近にも台風接近に伴うノイズが見える。9 月 5 日 1:03 頃および 7 時台と 10 時台に、島外で発生したと推定される地震が捉えられている。

火山活動とは異なると考える興味深い信号も捉えられている。図9の上図に9月3日の高周波側(0-30Hz)のランニングスペクトルを示す。時間によってスペクトルの構造が変化することからA,B,C,D,E,Fの6つの時間帯に分け、各時間帯の平均スペクトルを下図に示した。Aは収録を開始した14:35から16:00頃の旧島上で様々な調査が行われている時間帯である。20Hz付近から振幅が増加し27Hz付近にピークがある。Bは16:00から18:30の日没前の時間帯で、6つの時間帯の中でもっとも静かな時間帯である。CとFは信号レベルが高くやや賑やかな時間帯であるが目立ったピークはない。Dは賑やかな時間帯であり強い信号が見える。図に示されていない30Hzより高い周波側にピークがあると推定される。Eも強い信号が見える時間帯であり15-20Hz付近にピークがある。Fは夜明けまでのやや賑やかな時間帯である。日没から未明までのやや賑やかな時間帯は旧島に数多く生息する鳥類の活動を反映している可能性があるが、地震記録のみから信号源を特定することは難しい。強い信号の見えるDとEの時間帯は信号源が活発な活動を行っていることを示唆する。2つの周波数帯域にピークがあり、その時間帯が異なることから、信号源が時間帯によって異なる活動を行っている可能性を示唆する。同様の特徴は翌9月4日にも見られる。図10は9月4日のランニングスペクトルを6つの時間帯に分け、各時間帯の平均的スペクトルを一緒に示したものである。9月3日と同様に日中の時間帯AとCがもっとも静かである。ただし調査時間帯であるBは人間の活動に由来する信号が目立つ。前日の16:00までの時間帯と同様に、20Hz付近から振幅が増加し27Hz付近にピークが見られる。日没から未明のD,Fの時間帯はやや賑やかであり、1:30から3:00までの時間帯であるEでは強い信号が見られる。9月3日のD、Eの時間帯と同様に15-20Hzと30Hz以上の2か所にピークがある。

9月3、4日の2日間の記録から島内の地動の特徴は以下のようにまとめることができる。

- ・日の出から日没までが1日のうちでもっとも静かである。
- ・日没後から、翌日の出までやや賑やかな状態が続く。
- ・深夜に、15-20Hzと30Hz以上に強度のピークを持つ2種類の信号源の活動がある。
- ・人間の活動に由来する信号は20Hz付近から強度を増し、27Hz付近にピークを持つ。

夜間に見られる特徴的な振動は鳥類の活動に由来する可能性が考えられるが、地震記録のみから信号のソースを特定することは難しい。鳥類の鳴き声を記録する音声ロガーの記録や定点カメラ画像など、地震記録から独立したデータとの比較が必要であろう。

3-2. 地動振幅の変化と海洋潮汐との対応

長期間の記録には地動振幅の周期的変化が明瞭に現れる。これは潮汐による海水面の高さの変化に対応すると考えられる。図11は9月26日から9月30日までの5日間と、11月11日から11月15日までの5日間について、地動のランニングスペクトルと父島二見港の潮汐を並べたものである。潮汐はフリーソフトのTIDEforWIN (<http://fmie.cside7.com/>)を用いて計算した。西之島周辺の潮汐と父島の潮汐に大きな時間ずれは無いと考えられるのでこの図で示す程度の時間解像度においては、二見港の潮汐変化は西之島周辺の潮汐を良く近似していると考えられる。この図から、地動の振幅変化と潮汐変化は非常によく対応していることがわかる。地動振幅と潮汐が同期することの原因としては、海水面が上昇すると波浪がより旧島に近い位置まで遡上し、波が打ち付けることで地動を励起する位置

が旧島により近づく効果などが考えられる。島内で観測される地動の変化を解釈する際には、潮汐による効果も考慮しなければならないことがわかる。

3-3. 2019年12月噴火に伴う地震・空振波形

2019年12月4日に西之島の火山活動が再開した。図12は12月4日から6日にかけての地動、地動のランニングスペクトル、空振を並べたものである。12月4日昼頃から地動振幅の増加が始まり、12月5日未明には噴火に対応する空振活動が始まった。12月5日昼過ぎには地震、空振の両者に大振幅の信号が現れ、16時過ぎに特に大きな信号が捉えられている。それ以降は大きな振幅の地動、空振がほぼ連続的に続いている。人工衛星による赤外画像によると、12月4日の20時頃に前駆的な熱異常が初めて観測され、12月5日15時以降は溶岩流出を示唆する強い熱異常が観測されている(金子、私信)。2017年4月の噴火では地震記録にいち早く異常が現れたが、今回も地震記録に最初に変化が現れた。このことは、地震のモニタリングにより早い段階で火山活動の開始を捉えられることを示している。

4. まとめ

西之島の旧島部に地震計と空振計を再設置し衛星通信を通じて火山活動をモニタリングすることが可能になった。地震記録には様々な地動が明瞭に捉えられており、その中には島内外の地震、地震・火山活動以外に起因すると思われる地動が含まれている。島内の地震データは火山活動のモニタリングにとって有用であるが、火山活動とは異なる原因で発生していると考えられる特徴的な地動についても、西之島の様々な活動を評価する上での基礎データとなり得る。今後更なるデータの蓄積と詳細な解析が必要である。

西之島は2019年12月4日に噴火活動を再開し、本報告書執筆時点(2020年1月)においても活動が継続している。西之島は今後も噴火活動の活発化と停止を繰り返しながら徐々に終息に向かうと考えられる。本観測においては地震計と空振計を旧島部分に設置することにより、火山活動の推移を継続的に把握するという目標を実現できた。今後、溶岩流による観測装置の埋没や、噴石による太陽電池の破損などの危険は残るものの、火山活動がこれ以上活発化しなければ観測を継続できる可能性は十分にある。観測が継続できれば、活動が静穏化した際に行われるであろう将来の各種調査実施時に火山活動を把握することで安全管理に資することが期待される。

5. 謝辞

本上陸調査は環境省の「令和元年度西之島総合学術事業」により実施したものである。実施に当たり関係各機関に多大な便宜を図っていただいた。ここに記して感謝を申し上げたい。

6. 引用文献

武尾 実・大湊 隆雄・前野 深・篠原 雅尚・馬場 聖至・渡邊 篤志・市原 美恵・西田 究・金子 隆之・安田 敦・杉岡 裕子・浜野 洋三・多田 訓子・中野 俊・吉本 充宏・高木 朗充・長岡 優
(2018) 西之島の地球物理観測と上陸調査. 海洋理工学会誌 24(1): 45-56.
前野 深・安田 敦・中野 俊・吉本 充宏・大湊 隆雄・渡邊 篤志・金子 隆之・中田 節也・武尾 実

- (2018) 噴出物から探る西之島の新火山島形成プロセス. 海洋理工学会誌 24(1): 35-44.
- 渡邊 篤志・大湊 隆雄・武尾 実 (2017) 西之島火山への観測点設置. 東京大学地震研究所技術研究報告 23: 1-9.

表 1. 観測に用いた機材一覧

Table 1. List of the instruments

機材 Instruments	型式/製造元 Model/manufacturer	サイズ、外形 physical size	諸元など Specification
地震計 Seismometer	Trillium 120 Compact PH/ Nanometrics	直径 9.7 cm、 高さ 16.7 cm	120s - 150Hz
空振計 Infrasound sensor	SI-104/ 白山工業	直径 3 cm、長さ 10 cm	0.1 - 1500Hz
データロガー Data logger	SC-ADHIMG2/ シモレックス社	17 cm×15 cm×8.4 cm	100Hz, 22bit, AD, 2W, 32GB
衛星通信端末 Satellite data modem	Thuraya IP+ / Thuraya 社	22 cm×22 cm	444kbps 14.4W
太陽電池 Solar panel	GT20(2 枚)/ ケー・アイ・エス社	53.8 cm×35 cm	24W (×2)
バッテリー Battery	G26EP/ EnerSys 社	17.6 cm×8.4 cm×13 cm	12V, 26Ah, 10.8kg



図1 2016年10月と2019年9月の地震・空振観測装置の設置位置

簡易GPSによる今回の設置位置はN27° 14' 45.55", E140° 52' 23.85". 国土地理院2018年1月17日撮影画像を使用。

Figure 1. Locations where seismic and infrasound sensors were installed in October 2016 and in September 2019



図2 観測機材の外観

Figure 2. Instruments used for Nishinoshima observation

From top-left to bottom-right, seismometer, infrasound sensor, data-logger, satellite data modem, solar panel, and battery..



図3 防水ケースに入れた状態の観測機材

Figure 3. Data logger, battery and satellite data modem in the water-proof pelican case.

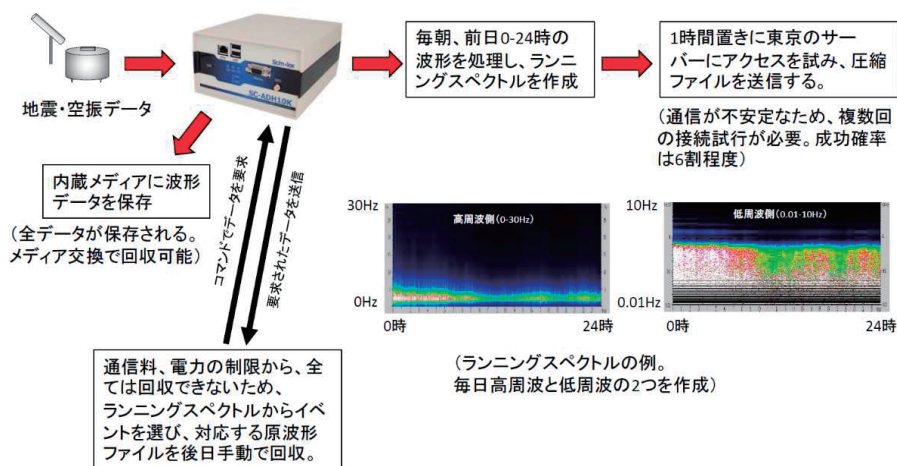


図4 データ処理の流れ

縁取り矢印は自動処理、塗りつぶし矢印は手動で行う操作を表す。

Figure 4. Flow of data acquisition and processing

Bordered arrows indicate automatic processing, and closed arrows show manual operation.



図5 地震計の設置の様子

Figure 5. How to install the seismometer.



図6 各機器の設置状態：地震計、太陽電池、空振計、ロガーと通信端末

Figure 6. Installed observation equipment at Nishinoshima: Seismometer (top-left), solar panels (top-right), infrasound sensor (bottom-left), data-logger and satellite data modem (bottom-right)



図7 設置された機器の全景

Figure 7. Overview of the installed equipment

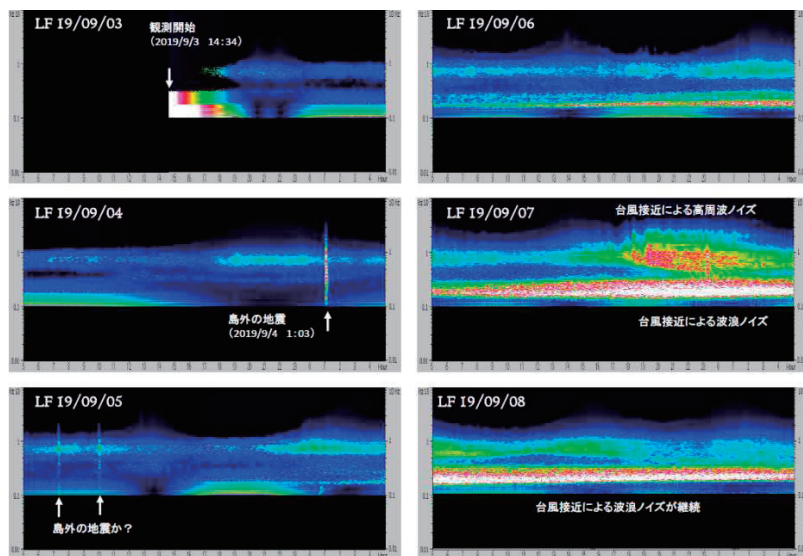


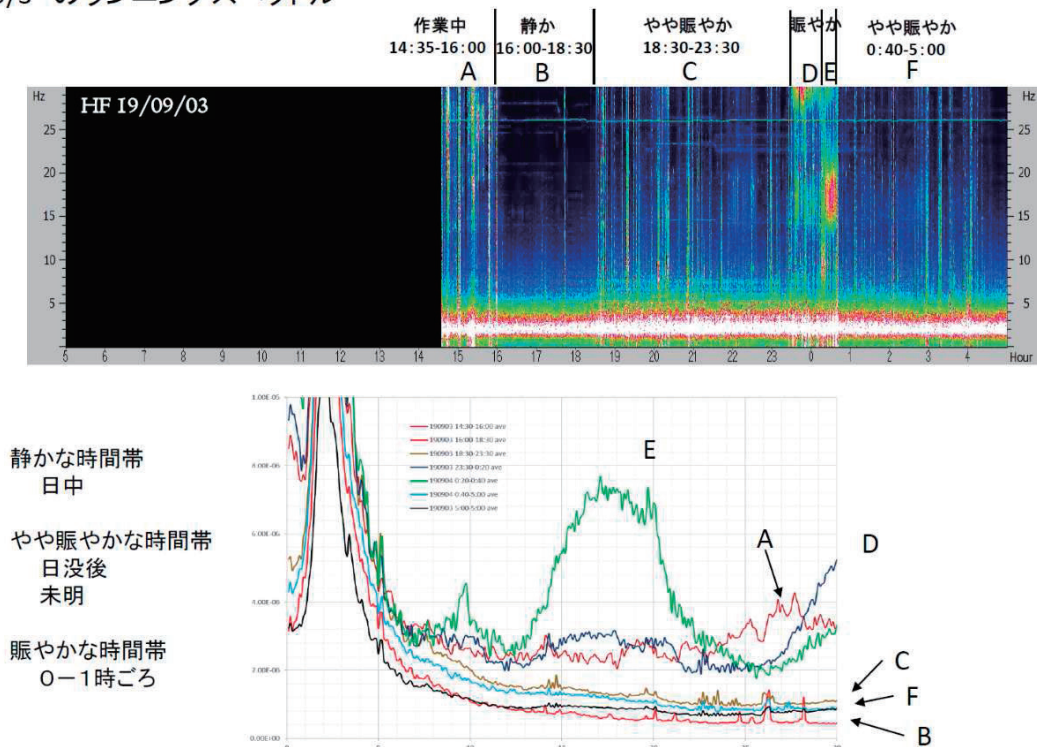
図8 低周波側のランニングスペクトル (2019年9月3日から9月8日まで)

各パネルにおいて、縦軸は対数目盛で示した周波数(0.01-10Hz)、横軸は午前5時から翌日午前5時までの時間。0.1Hzより低い帯域にはデータ処理上のノイズがあるためマスクされている。

Figure 8. Running spectrum of seismic signals at lower-frequency band (0.01-10Hz)

From September 3 to September 8, 2019. Vertical axis shows frequency (0.01-10Hz) in logarithmic scale. Horizontal axis shows time from 5 am on a certain day to 5 am on the next day. Lower than 0.1Hz is masked to avoid noise originated from data processing.

9/3 のランニングスペクトル



9/4 のランニングスペクトル

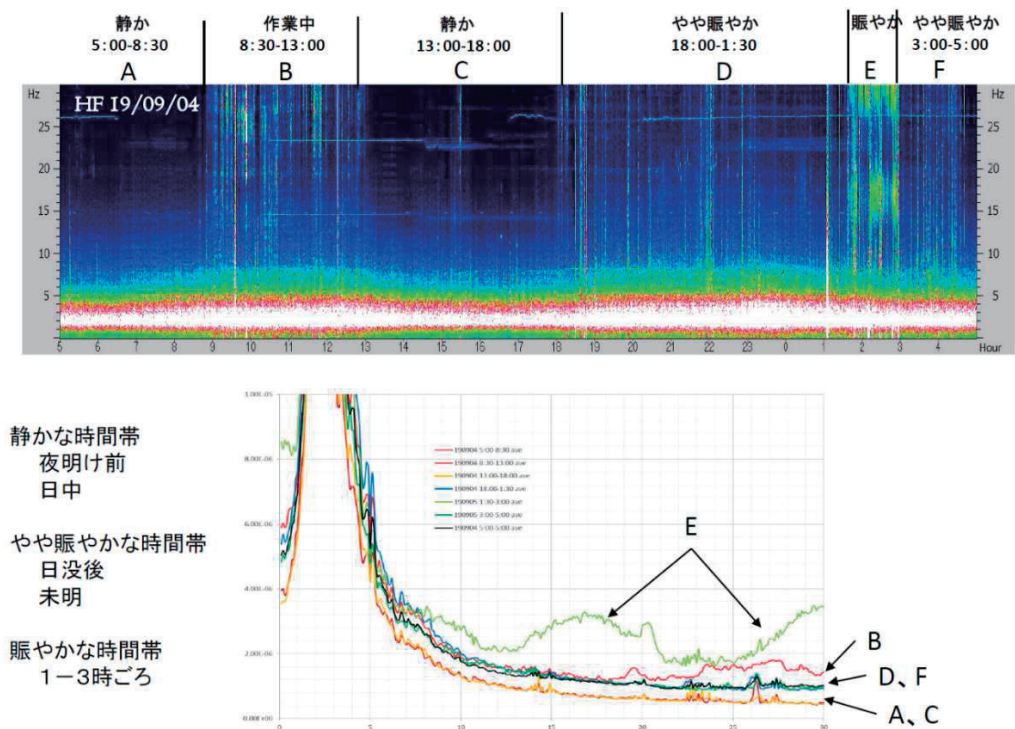


図 10 上図：一日分の高周波側ランニングスペクトル

横軸は9月4日5:00から5日5:00までの時間、縦軸は周波数。スペクトルの特徴に応じてA,B,C,D,E,Fの6つの時間帯に分けられる。下図：上図の各時間帯の平均的スペクトル。

Figure 10. Top: Running spectrum for one day. Horizontal axis is the time from 5 am on September 4 to 5 am on the next day

Vertical axis is the frequency (0-30Hz). It is divided into six time zones A, B, C, D, E and F according to the characteristics of the spectrum. Bottom: Averaged spectrum in each time zone in the top panel.

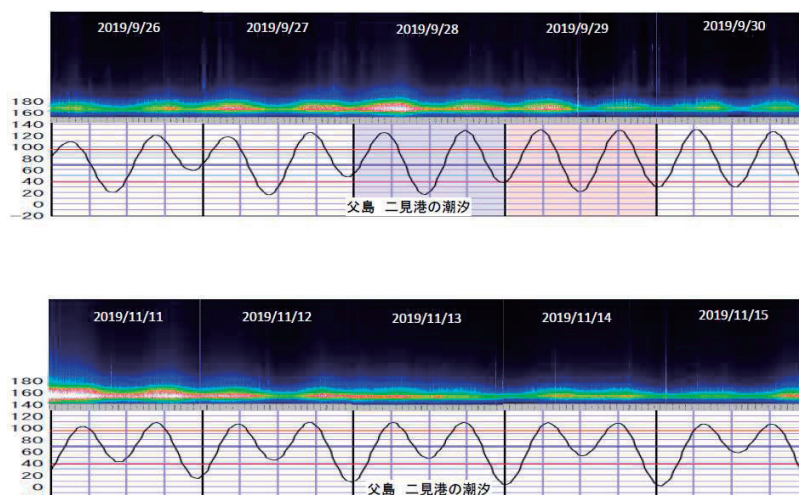


図 11 周波数帯域 0-5Hz の振幅変化と潮汐変化の対応

潮汐は父島二見港での日変化。

Figure 11. Correlation between the seismic amplitude at 0-5Hz frequency range and the ocean tide

The shown tide is the daily change at Futami port in Chichijima.

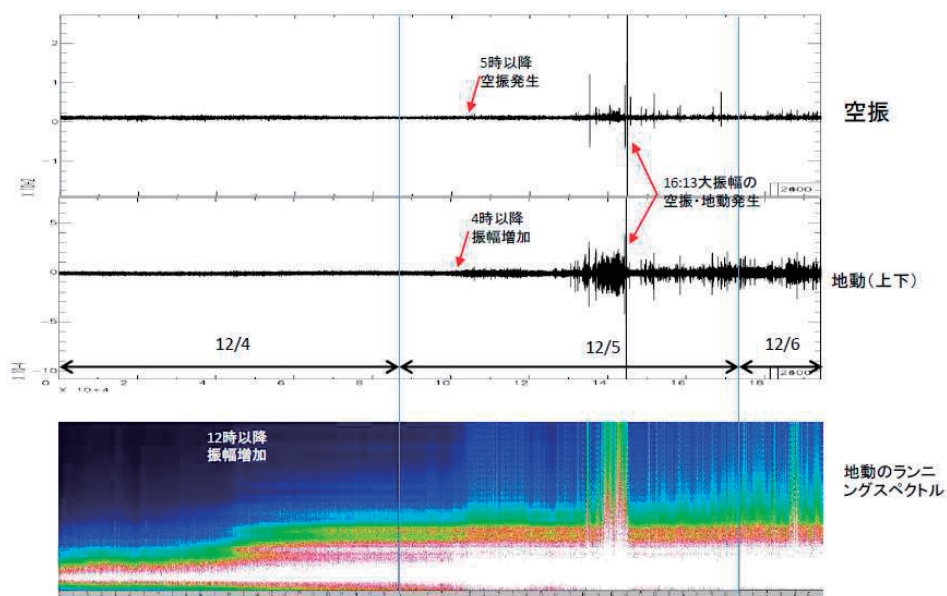


図 12 2019 年 12 月 4 日の地震動と空振

12 月 4 日昼頃から振幅の増加が始まり、12 月 5 日の早朝に噴火開始を示す空振が観測された。12 月 5 日の 16 時過ぎに大振幅の地震・空振が観測された。

Figure 12. Seismic and infrasound signal on December 4, 2019

Seismic amplitude began to increase around noon, December 4. Infrasound signal corresponding to volcanic eruptions started early in the morning on December 5. At 16:13, December 5, large amplitude seismic and infrasound signals were observed.

SUMMARY**Seismic and Infrasound observation at Nishinoshima Island in 2019**Takao OHMINATO^{1*} & Atsushi WATANABE¹

Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 1-1-1 Yayoi, Bunkyo, Tokyo 113-0032, Japan.

* takao@eri.u-tokyo.ac.jp (author for correspondence)

For the purpose of monitoring the volcanic activity at Nishinoshima volcanic island, we installed an observation station composed of a seismometer and an infrasound sensor on the old part of Nishinoshima on September 3-4, 2019. The observation station consists of a broadband-seismometer, an infrasound microphone, a data logger, a satellite communication modem, solar panels, and a battery. The seismic and infrasound data are digitized by the data logger and are recorded on the built-in media. The logger calculates the running spectrum of the ground motion data, compresses it, and sends it to a data server in Earthquake Research Institute via a satellite link. With this data-processing and data-transmission mechanism, it is possible to obtain continuous information of the ground motion necessary for evaluating seismic activity while using a narrow satellite line. It is possible to monitor the volcanic activity using the continuous running spectrum, and if necessary, it is also possible to transmit the original uncompressed seismic / infrasound waveform data from the logger.

The observation station installed on the old part of Nishinoshima has detected not only ground motion caused by volcanic activity, but also ground motion from a variety of sources, and the basic data that is important for understanding various activities on the island has been accumulated. The volcanic activity of Nishinoshima resumed in December 2019. Since the observation station was able to detect earthquakes and infrasound signals associated with the volcanic activity earlier than any other volcano monitoring methods, it has been shown that this station would contribute to the future safety management of research activities in and around Nishinoshima.

Key words

Satellite data transmission, Volcanic earthquakes, Volcano monitoring